

La Zona de *Trapezognathus diprion* en la "Formación Sepulturas", Espinazo del Diablo, Cordillera Oriental Argentina.

Josefina CARLOROSI¹

Abstract. THE TRAPEZOGNATHUS DIPRION ZONE IN THE "SEPULTURAS" FORMATION OF ESPINAZO DEL DIABLO, CORDILLERA ORIENTAL, ARGENTINA.- For the first time is recognized the *Trapezognathus diprion* Zone in the "Sepulturas Formation" at the Espinazo del Diablo area, the association is complete with: *Gothodus costulatus*, *Drepanoistodus pitjanti*, *Drepanoistodus basiovalis*, *Drepanodus arcuatus*, *Oistodus* sp among others. This finding allows recording an upper Floian age for the "Sepulturas Formation" cropping out at the Espinazo del Diablo. Furthermore, the presence of *Trapezognathus diprion* allows to recognize for Andean Basin affinities with the Atlantic Realm, Temperate Domain.

Resumen. LA ZONA DE TRAPEZOGNATHUS DIPRION EN LA "FORMACIÓN SEPULTURAS", ESPINAZO DEL DIABLO, CORDILLERA ORIENTAL, ARGENTINA.- Se registra por vez primera la Zona de *Trapezognathus diprion* en los estratos de la "Formación Sepulturas" en el Espinazo del Diablo, las especies acompañantes son: *Gothodus costulatus*, *Drepanoistodus pitjanti*, *Drepanoistodus basiovalis*, *Drepanodus arcuatus*, *Oistodus* sp. entre otros. Este hallazgo permite determinar una edad floiana superior para la "Formación Sepulturas" en el Espinazo del Diablo. A su vez la presencia de *Trapezognathus diprion* permite reconocer para la cuenca Andina una afinidad con el Reino Atlántico, Dominio Templado.

Keywords: *Trapezognathus diprion* Zone, Floian. Sepulturas Formation, Espinazo del Diablo, Cordillera Oriental.

Palabras clave: *Trapezognathus diprion*, Floiano. Formación Sepulturas, Espinazo del Diablo, Cordillera Oriental.

Introducción

La "Formación Sepulturas" es una unidad Ordovícica de amplia distribución en el flanco occidental de la Cordillera Oriental Argentina. Originalmente fue definida por Harrington (en Harrington y Leanza, 1957) para la región de la Ciénaga, Purmamarca (Provincia de Jujuy). Posteriormente fue identificada en diferentes sectores de Cordillera Oriental principalmente en el occidente de los Altos de Lipán; región de Los Colorados (Benedetto, 1976, Waisfeld, 1996, 1997; Astini y Waisfeld, 1993; Astini, 1994, 2003; Astini *et al.*, 2004; entre otros.).

En la región del Espinazo del Diablo, Aceñolaza (1966, 1968) adscribe a la Formación Sepulturas a un afloramiento de 80 metros de espesor caracterizándola como una secuencia compuesta por lutitas verde-amarillentas con abundantes intercalaciones arenosas, calcáreas, poco fosilíferas, con variaciones laterales en la composición del cemento y, concordantemente, lutitas rojo violáceas con capas de anhidrita. Además este autor destaca para la sección areniscas calcáreas y calizas fosilíferas conteniendo *Synhomalonotus kobayashii* Harrington y Leanza, *Hoekaspis schlagintweiti* Harrington y Leanza, *Orthis calligramma* (Dalman), *Paracyclotomiceras floweri* Cecioni, etc. La edad de esta unidad formacional fue asignada inicialmente por Harrington (1957) al Llanvirniano Inferior mientras que estudios posteriores de su contenido faunístico (conodontes,

¹Instituto Superior de Correlación Geológica (CONICET-UNT)
Miguel Lillo 205, 4000, San Miguel de Tucumán. E-mail: josefinacarlorosi77@gmail.com

moluscos y trilobites) permitieron reasignarla al Arenigiano (Gutiérrez Marco y Aceñolaza, 1992; Rao, 1994,1999; Waisfeld, 1996, 1997; etc.).

En la presente contribución se realiza un análisis de los conodontes recuperados de la "Formacion Sepulturas", aflorante en la región del Espinazo del Diablo, lo que permite incorporar nueva información bioestratigráfica para esta sección de Cordillera Oriental; además de evaluar las afinidades de estos conodontes con los de otras provincias faunísticas reconocidas para el Ordovícico Inferior.

Marco Geológico

Esta sección aflora en el flanco occidental del Espinazo del Diablo en el departamento Humahuaca, aproximadamente a 3 kilómetros del molino El Aguilar. Sus coordenadas geográficas son $23^{\circ} 12' 57.0''$ S y $65^{\circ} 36' 34.4''$ O, con una altura promedio de 3690 msnm (Figura 1).

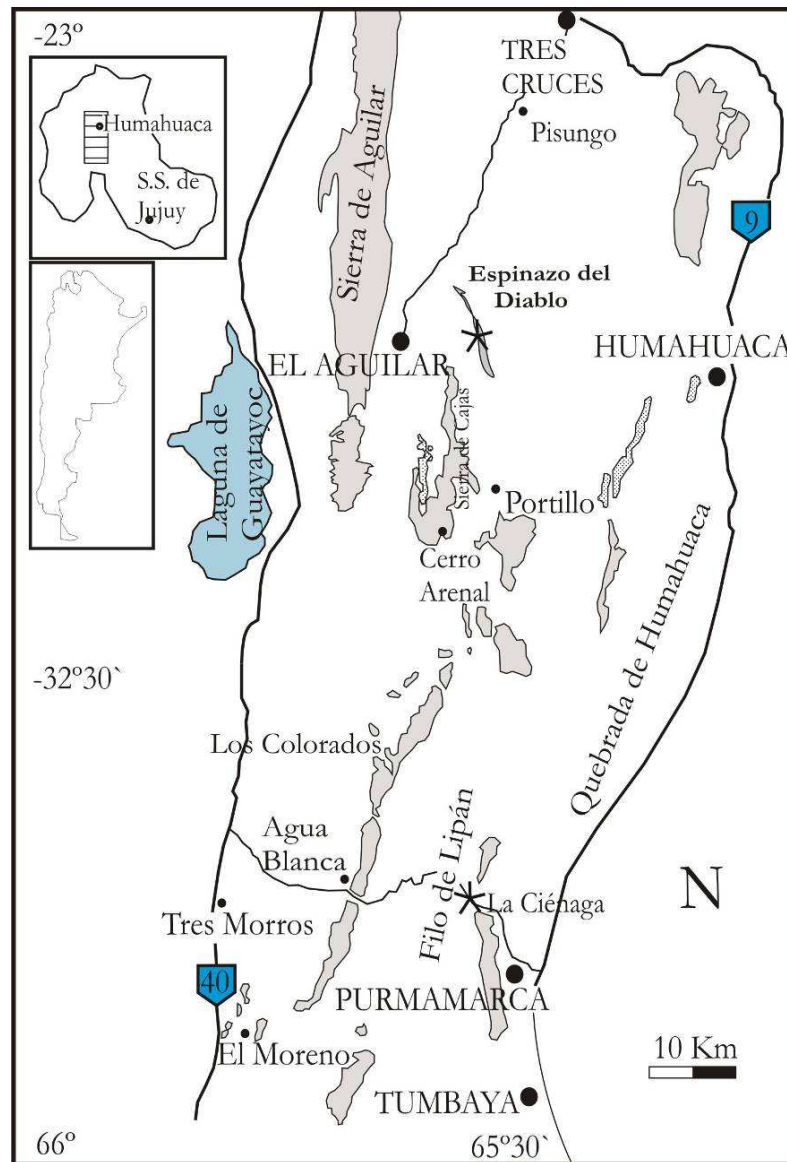


Figura 1. Mapa ubicación de las localidades de La Ciénaga, Purmamarca y del Espinazo del Diablo, Humahuaca, Noroeste Argentino.

En este sector Aceñolaza (1966, 1968) describió la "Formación Sepulturas" separada de los afloramientos de la Formación Acoite por una discontinuidad de naturaleza tectónica. Hacia el techo esta unidad se encuentra truncada por una discordancia erosiva ligeramente angular que la separa de los afloramientos cretácicos correspondientes al Grupo Salta.

En las observaciones propias de campo se pudo determinar que en el tramo inferior del afloramiento, en los alrededores del Arroyo de Las Colas, aparecen pelitas verde a verde amarillentas y areniscas gris plomizas a verdosas oscuras de la Formación Acoite, las que pasan de forma neta a areniscas grises oscuras con abundante cemento carbonático, que constituyen los tramos más bajos de la sección relevada (Figura 2). Hacia la mitad y parte superior de la sección se evidencia un cambio de color, pasando de verdoso a un rojizo intenso-morado (Figura 2).

Las areniscas presentes a lo largo de toda la sucesión poseen laminación paralela y en algunos casos HCS (*hummocky cross stratification*). Muchos de estos niveles de areniscas son discontinuos (desaparecen lateralmente) con geometrías lenticulares, se encuentran además intensamente bioturbados en su techo mientras que su base exhiben acumulaciones de conchillas de braquiópodos fragmentadas, ofreciendo en conjunto una gradación normal. Constituyen verdaderas tempestitas depositadas por debajo del nivel de olas de tormenta. Hacia la mitad superior estos bancos de areniscas exhiben un aumento del tamaño de los lito y bioclastos (Figura 2) y se tornan más continuos lateralmente en afloramiento, sugiriendo un ambiente de depósito más proximal y por encima del nivel de base de olas de tormenta.

Corona la sección un conglomerado rojizo perteneciente al Grupo Salta que conforma el llamado "Espinazo del Diablo".

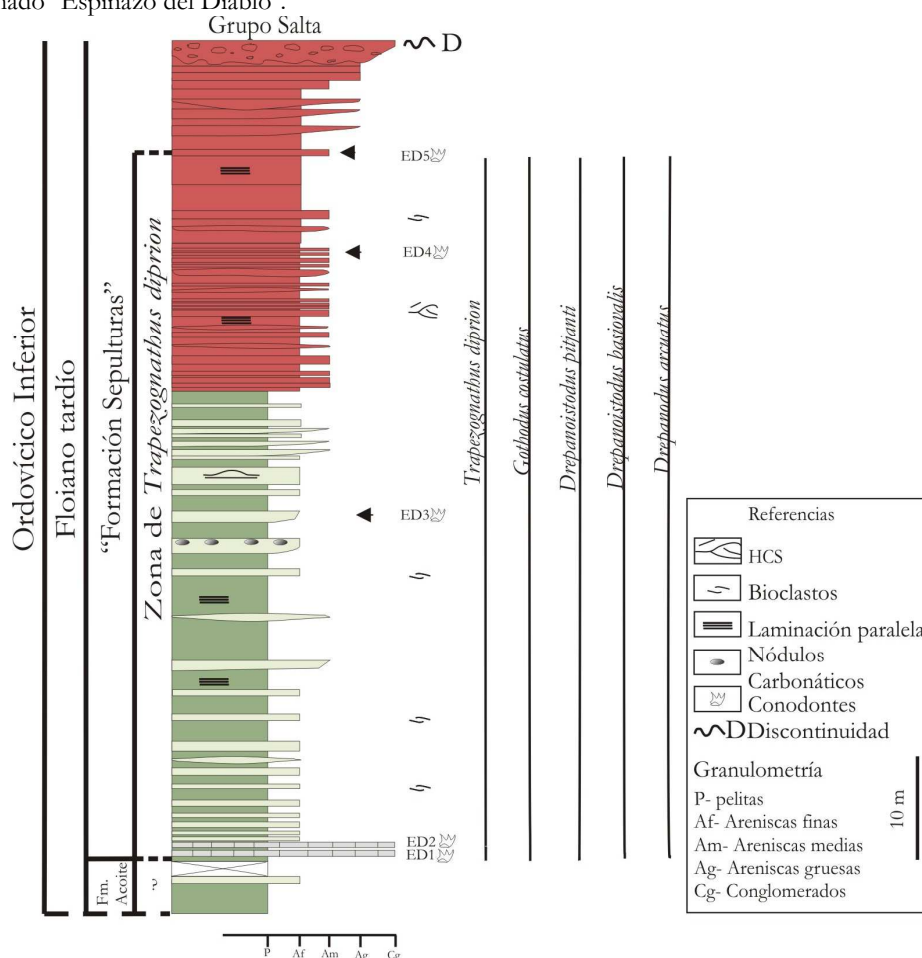


Figura 1. Perfil estratigráfico de la sección aflorante en el Espinazo del Diablo, "Formación Sepulturas".

Metodología

Con el objetivo de estudiar el material micropaleontológico de esta unidad se tomaron cinco muestras con un peso variable entre 800 y 1500 gramos marcadas en el perfil como ED1 – 5. Estas muestras fueron reducidas en tamaño y procesadas mediante métodos convencionales de ácidos débiles (Stone, 1987). De cada nivel muestreado el residuo obtenido brindó conodontes, los que presentan un excelente estado de preservación y exhiben un CAI (Color Alteration Index, Epstein *et al.*, 1977) que varía entre los 2 y 3, exhibiendo algunas modificaciones texturales debido a mineralización.

Todos los conodontes recuperados están depositados en la colección de Microfósiles Lillo-Conodontes (CML-C) del INSUGEO- Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo.

Conodontes

De esta sección se ha obtenido una importante colección de conodontes, algunos de ellos diagnósticos para determinar la edad de la “Formación Sepulturas” aflorante en este sector. Es por esta razón se hará mención de aquellas especies significativas para el objetivo de la presente contribución.

El primer registro de conodontes en esta sección fue realizado por Rao (1994, 1999) quien determina una asociación de conodontes constituida por *Baltoniodus crassulus andinus* Rao y Hünicken y *Drepanoistodus pitjanti* Cooper, mientras que entre los conodontes acompañantes registra a *Trapezognathus argentinensis* Rao y Hünicken, *Drepanoistodus* sp., *Oistodus* sp., entre otros, asignando estos afloramientos al Arenigiano inferior (en el sentido de las Series Británicas).

En la presente contribución se menciona por primera vez el hallazgo de *Trapezognathus diprion* (Lindström) en la “Formación Sepulturas” (Figura 4, A-D) en el Espinazo del Diablo, el que permite ajustar la edad de la sucesión así como ofrecer una discusión sobre sus afinidades con otras regiones. Los conodontes que acompañan a esta especie son: *Drepanoistodus pitjanti*, *Gothodus costulatus* Lindström, *Drepanodus arcuatus* Pander, *Drepanoistodus basiovalis* (Sergeeva), *Drepanoistodus* sp., *Oistodus* sp., entre otros.

Se recuperaron numerosos elementos de *T. diprion*, encontrándose los elementos Pa, Pb, M y la serie de transición S. De éstos el reconocimiento y la posterior inserción del elemento Pa condujo a modificar el aparato propuesto por Bagnoli y Stouge (1997). Luego de una minuciosa comparación con los materiales figurados por Rao (1999) se desprende que parte del aparato multielemental definido como *Trapezognathus argentinensis* (Rao, 1999, pag. 47, lam. 9, fig. 6) permite ser reasignado a *T. diprion*.

T. diprion aparece distribuido en toda la sección relevada en el Espinazo del Diablo (Figura 2), sin embargo un análisis de la morfología de los elementos Pa obtenidos de las sucesivas muestras permite interpretar que esta especie exhibiría formas tardías en los niveles más cuspidales de la misma.

Consideraciones Bioestratigráficas

A nivel global la Zona de *Trapezognathus diprion* se corresponde con la parte superior de la Zona de *Oepikodus evae* del clásico esquema Baltoescandinavo (Lindström, 1971; Löfgren, 1978). Bagnoli y Stouge (1997) determinan las zonas de *Oepikodus evae*, *Trapezognathus diprion* y *Microzarcodina* sp. A. para el intervalo de *Oepikodus evae* del esquema de Lindström (Figura 3). En esta colección no está presente la especie nominal de la Zona de *Oepikodus evae*, sin embargo el registro de *Trapezognathus diprion* y *Gothodus costulatus* permite señalar estas especies como referentes típicos de la parte superior de la Zona de *Oepikodus evae* a nivel global (Figura 3). El registro de las especies *Microzarcodina* sp. A, *Baltoniodus* sp. cf. *B. triangularis* Wang *et al.* y *Gothodus costulatus* en la sección tipo de Huanghuachang en China (Wang *et al.*, 2009) permite identificar la Zona de M. sp. A (en el sentido de Bagnoli y Stouge, 1997) como la biozona más joven del Ordovícico Inferior, por lo que en general *T. diprion* Lindström es un conodonte guía para el Floiano alto (Figura 3).

El FAD de *Trapezognathus diprion* comprende desde el tope de la Zona de *Oepikodus evae* y desaparece (LAD) en la parte más baja de la Zona de *Baltoniodus triangularis*, la cual representa la biozona más joven del Ordovícico Medio (Stouge y Bagnoli, 1990) (Figura 3).

La Zona de *Trapezognathus diprion* ha sido mencionada con anterioridad por Aceñolaza *et al.* (2008) para los estratos del Miembro Sepulturas de la Formación Cieneguillas. En el Noroeste Argentino esta misma biozona fue atribuida a los afloramientos de la Sierra de Zenta por Heredia y Aceñolaza (2005). Albanesi y Astini (2000) asignan la Formación Suri en Famatina a la parte superior de la Zona de *O. evae*, por lo cual sería correlativa de la “Formación Sepulturas”.

En Gondwana esta biozona es registrada por Gutiérrez Marco *et al.* (2008) para estratos de la Cordillera Oriental de Perú, encontrando la misma asociación de conodontes que la mencionada en este trabajo (Figura 3).

Series Globales	Pisos Globales	Pisos Globales	Pisos Británicos	Pisos N. Americanos	Pisos Bálticos	Huanghuachang China (Wang <i>et al.</i> 2005)	Baltoescandinavia (Lindström, 1971)	Öland, Suecia (Bagnoli y Stouge, 1997)	Gondwana			
						Perú (Gutiérrez Marco <i>et al.</i> 2008)	Argentina					
							La Ciénaga (Aceñolaza <i>et al.</i> 2008)	Espinazo del Diablo (Rao, 1999)	Espinazo del Diablo Este trabajo			
Ordovícico Medio	Dapingiano	Arenigiano	Whitheroquiano	Volkhoviano	Baltoniodus navis	Baltoniodus navis	Baltoniodus navis			Baltoniodus navis		
					Baltoniodus triangularis	Baltoniodus triangularis	Baltoniodus triangularis		“Baltoniodus triangularis”			
	Floiano		Ibexiano	Billingeniano	Oepikodus evae	Oepikodus evae	Microzarkodina sp. A Trapezognathus diprion	Trapezognathus diprion	Trapezognathus diprion	Oepikodus evae	Trapezognathus diprion	
					Oepikodus communis	Prioniodus elegans	Prioniodus elegans					

Figura 3. Cuadro de correlación bioestratigráfica del área de estudio y de las mencionadas en el texto.

Provincialismo

En este sentido Rao (1999) propuso una provincia de conodontes independiente, basada en el alto porcentaje de taxones arenigianos endémicos en el ámbito de la Cuenca Andina. En función de la asociación de conodontes aquí mencionada y a pesar de su baja diversidad, se identifican especies reconocidas en otras partes del mundo. Así el uso de la denominación “Provincia Andina” propuesta por Rao (1999) debe ser discontinuada.

A modo de ejemplo, la presencia en esta sección de *T. diprion* sostiene la afinidad de la Cuenca Andina con la Provincia Báltica, por consiguiente al Reino Atlántico de Dominio Templado (Zhen y Percival, 2003). Las especies acompañantes, tal como *Drepanoistodus pitjanti* reflejarían una menor afinidad con la Provincia Australiana, aunque pertenece al mismo reino y dominio. Las especies *Gothodus costulatus*, *Drepanodus arcuatus* y *Drepanoistodus basiovalis* son, en cambio, de distribución pandémica. Por lo tanto, la asociación de conodontes de la “Formación Sepulturas” indicaría vínculos con las faunas del Reino Atlántico de Dominio Templado.

Conclusiones

A partir de la presente contribución se registra la Zona de *Trapezognathus diprion* en la “Formación Sepulturas” aflorante en el Espinazo del Diablo, acotando de esta manera la edad de esta unidad al Floiano tardío (Ordovícico Inferior alto). Es de destacar que esta misma biozona fue registrada en el Miembro Sepulturas de la Formación Cieneguillas por Aceñolaza *et al.* (2008) a partir de lo cual se determina que ambas unidades son sincrónicas. Permite además incluir la

Cuenca Andina dentro del Reino Atlántico de Dominio Templado en función de los taxones recuperados, que resultan indicativos de esta afinidad.

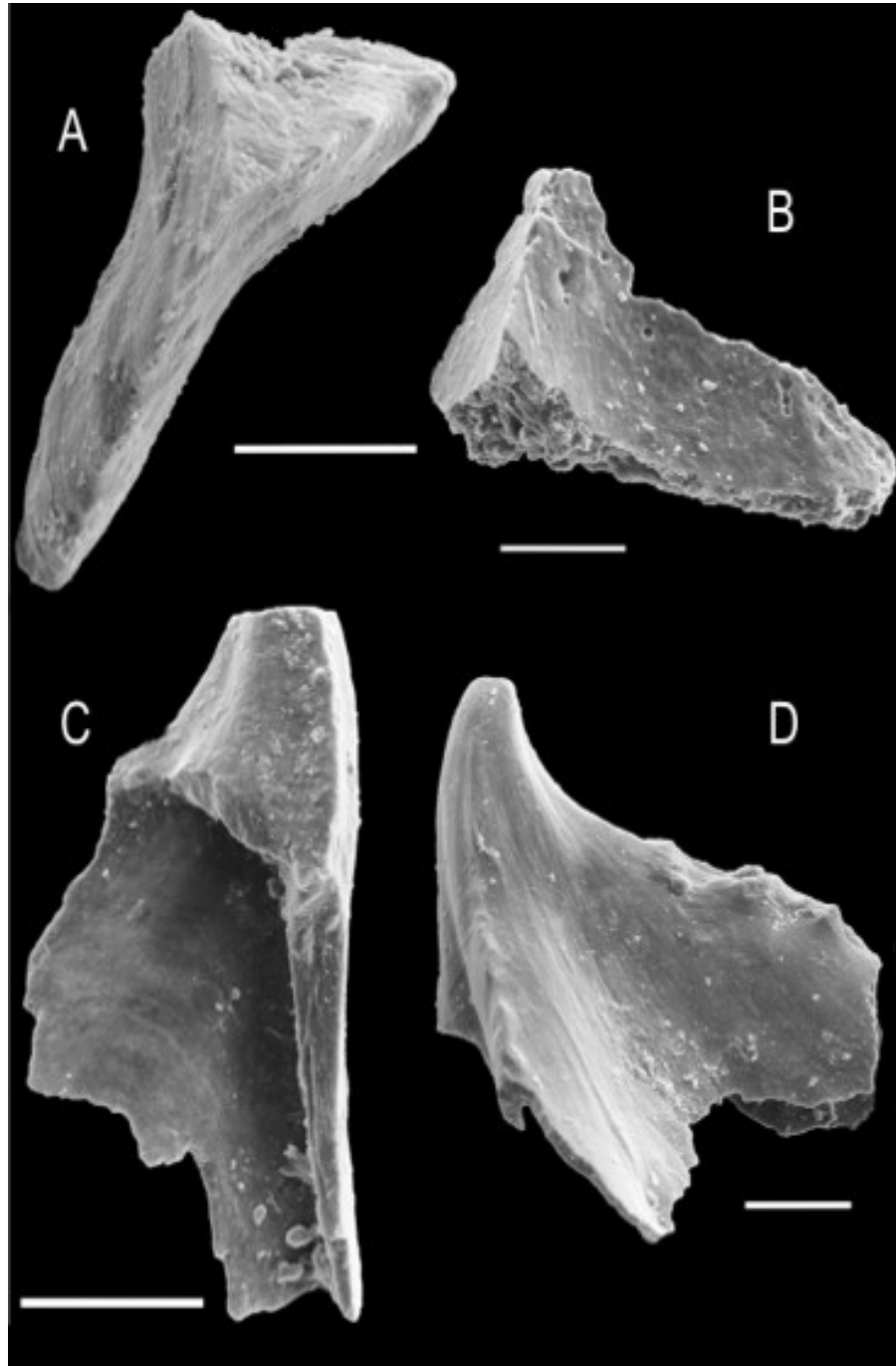


Figura 4. Microfotografías de elementos del aparato de *Trapezognathus diprion* obtenidas mediante Microscopio Electrónico de Barrido. Cada ejemplar presenta una escala grafica, el segmento indica 0,1 mm. Muestras recuperadas de los niveles muestreados del Espinazo del Diablo. A-D *Trapezognathus diprion*, Lindström. A- Elemento Pa, vista superior CML- C 5030 (1). B- Elemento Pa, vista lateral CML- C 5030 (2). C- Elemento Pb, vista postero-lateral CML- C 5030 (3). D- Elemento Pb, vista lateral CML- C 5030 (4).

Bibliografía

- Aceñolaza, F. G. 1966. Contribución al conocimiento geológico y paleontológico de la región del Espinazo del Diablo, departamento Humahuaca, provincia de Jujuy. *Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Tesis Doctoral*, 148. *Inedito*
- Aceñolaza, F.G. 1968. Geología Estratigráfica de la Región de Sierra de Cajas, Dpto. Humahuaca (Provincia de Jujuy). *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 23 (3): 207- 222.
- Aceñolaza, F.G., Heredia, S. y Carlosi, J.M.T. 2008. La "Sepulturas Limestone" (Harrington en Harrington y Leanza, 1957) en su área tipo, fósiles y edad. Provincia de Jujuy, Argentina: *Acta Geológica Lilloana*, 20 (2): 147 – 158.
- Albanesi, G.L. y Astini, R. 2000. Nueva fauna de conodontes de la Formación Suri (Ordovícico Inferior-Medio), Sistema de Famatina, Argentina. Resúmenes de la Reunión anual de comunicaciones de la Asociación Paleontológica Argentina, Mar del Plata. *Ameghiniana*, 37(4): 68R.
- Astini, R.A. 2003: Ordovician basins of Argentina. En: Benedetto, J.L. (Ed.): *Ordovician fossils of Argentina*. Secretaria de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba: 1-74.
- Astini, R.A. 1994. Interpretación estratigráfica de la Formación Sepulturas (Ordovícico Inferior) y unidades análogas del noroeste argentino: La Aloformación Sepulturas. *5º Reunión Argentina de Sedimentología*, Tucumán, Actas 1: 9-14.
- Astini, R.A. y Waisfeld, B.G. 1993. Análisis estratigráfico y paleoambiental del Ordovícico inferior (Formación Acoite y Sepulturas) al oeste de Purmamarca, Cordillera Oriental Argentina. *XII Congreso Geológico Argentino*, Mendoza, Tomo 1: 96-106.
- Astini, R.A., Waisfeld, B., Toro, B.A. y Benedetto, J.L. 2004. El Paleozoico inferior y medio de la región de Los Colorados, borde occidental de la Cordillera Oriental (Provincia de Jujuy). *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 59 (2): 243-260.
- Bagnoli, G. y Stouge, S. 1997. Lower Ordovician (Billingenian- Kunda) conodont zonation and provinces based on sections from Horns Udde, Noth Öland, Sweden: *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, 35 (2): 109-163.
- Benedetto, J.L. 1976. Una nueva especie del género *Hoekaspis* Kobayashi de la Provincia de Jujuy, con consideraciones acerca de las faunas Llanvirnianas de Argentina y Bolivia. *Ameghiniana*, 13: 300- 311.
- Epstein, A.G., Epstein, J.P. y Harris, L. 1977. Conodont Alteration - An Index to Organic Metamorphism: *United State Geological Survey Professional Paper*, 995: 1-27.
- Gutiérrez Marco, J.C. y Aceñolaza, F.G. 1992. *Ribeiria* y *Tolmachovia* (Mollusca, Rostroconchia) en el Ordovícico Inferior de la Cordillera Oriental Argentina. *Zentralblatt für Geologie und Paläontologie*, Teil I/6: 1799- 1814.
- Gutiérrez Marco, J.C., Albanesi, G.L., Sarmiento, G.N. y Carlotto, V. 2008. An Early Ordovician (Floian) Conodont Fauna from the Eastern Cordillera of Peru (Central Andean Basin). *Geologica Acta*, 6 (2): 147-160.
- Harrington, H.J. 1957: Ordovician formations of Argentina. En: H.J. Harrington y A.F. Leanza, Ordovician trilobites of Argentina. *Department of Geology, University of Kansas, Special Publication*, 1: 1-39.
- Harrington, H.J. y Leanza, A.F. 1957. Ordovician trilobites of Argentina. *University of Kansas, Special Publications*, I: 1-259.
- Heredia, S. y Aceñolaza, G. 2005. The *Trapezognathus diprion* conodont Zone and correlation of an outstanding occurrence of the *Cruziana rigosa* group (trace fossil) in the Lower Ordovician of Western Gondwana: In: Pankhurst, R.J., Veiga, R. (Eds.), *Gondwana 12: Geological and biological heritage of Gondwana*. Academia Nacional de Ciencias, 197.
- Lindström, M. 1971. Lower Ordovician conodonts of Europe. *Geological Society of America Memoir*, 127: 21-61.
- Löfgren, A. 1978. Arenigian and Llanvirnian conodonts from Jämtland, northern Sweden. *Fossils and Strata*, 13: 1-129.
- Rao, R.I. 1994. *Conodontes ordovícicos de la Sierra de Cajas y del Espinazo del Diablo, Departamento Humahuaca, Provincia de Jujuy, República Argentina*: Córdoba, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, Tesis Doctoral. pp. 332.
- Rao, R. I. 1999. Los conodontes cambro-ordovícicos de la Sierra de Cajas y del Espinazo del Diablo, Cordillera Oriental, República Argentina. *Revista Española de Micropaleontología*, 31 (1): 23-51.
- Stone, J. 1987. Review of investigative techniques used in the study of conodonts. En: Austin, R., (ed.). *Conodonts: Investigative Techniques and Applications*, Ellis Horwood Limited, Chichester: 17-34.
- Stouge, S. y Bagnoli, G. 1990. Lower Ordovician (Volkhovian-Kunda) conodonts from Hagudden, northern Öland, Sweden. *Palaeontographia Italica*, 77: 1-54.
- Wang, X., Stouge, S., Chen, X., Li, Z., Wang, C., Finney, S., Zeng, Q., Zhou, Z., Chen, H. y Erdtmann, B. 2009. The global stratotype section and point for the base of the Middle Ordovician Series and the Third Stage (Dapingian). *Episodes*, 32 (2): 96-113.
- Waisfeld, B.G. 1996. Revisión de la Zona de *Hoekaspis schlagintweiti* Harrington y Leanza, Ordovícico del Noroeste Argentino. *Memorias del 12º Congreso Geológico de Bolivia*, Tarija, 3: 915- 921.
- Waisfeld, B.G. 1997. Concentraciones fosilíferas ordovícicas en las formaciones Acoite y Sepulturas, Cordillera Oriental jujeña. Significado tafonómico y paleoecológico. *Ameghiniana*, 34: 317-332.
- Zhen, Y. y Percival, I. 2003. Ordovician conodont biogeography reconsidered. *Lethaia*, 36: 357–370.

Recibido: 25 de abril de 2011

Aceptado: 20 de mayo de 2011